



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 02 516 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
B 62 D 5/04

⑦1 Aktenzeichen: 199 02 516.9
⑦2 Anmeldetag: 22. 1. 99
⑦3 Offenlegungstag: 5. 8. 99

DE 199 02 516 A 1

③0 Unionspriorität:
11514/98 23. 01. 98 JP

⑦1 Anmelder:
NSK Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑦4 Vertreter:
Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,
Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, 81679
München

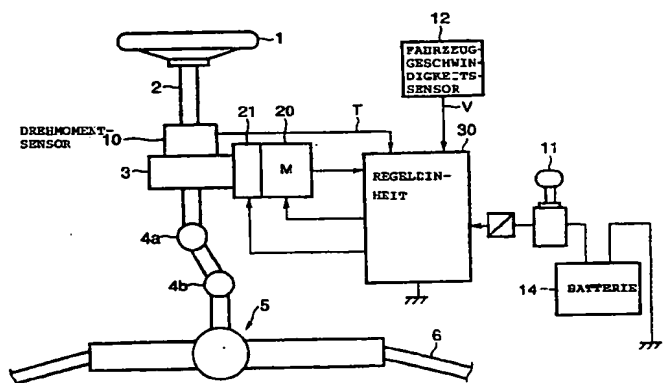
⑦2 Erfinder:
Someya, Kenji, Maebashi, Gunma, JP; Endo, Shuji,
Maebashi, Gunma, JP; Tanaka, Atsushi, Maebashi,
Gunma, JP; Kobayashi, Hideyuki, Maebashi,
Gunma, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Regler für ein elektrisches Servolenksystem

⑤7 Ein Regler für ein elektrisches Servolenksystem korrigiert einen Motorstrombefehlswert, indem die Temperatur des Motors benutzt wird, und gleicht eine Schwankung der Motorstromcharakteristik in Übereinstimmung mit der Temperaturschwankung aus. Der Regler umfaßt einen Drehmomentsensor, um das Lenkdrehmoment des Lenkrades zu ermitteln; einen Motor, um ein Lenkunterstützungsmoment am Lenkschaft bereitzustellen, welcher vorzugsweise integral mit dem Lenkrad vorgesehen ist; und eine Regeleinheit zum Betreiben des Motors in Übereinstimmung mit einer Größe des Lenkdrehmoments. Die Regeleinheit korrigiert einen Motorstrombefehlswert in Übereinstimmung mit einer Temperatur des Motors und steuert einen Motorstrom in Übereinstimmung mit dem korrigierten Motorstrombefehlswert.



DE 199 02 516 A 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Regler für ein elektrisches Servolenksystem, welches dazu dient, eine Lenkunterstützungskraft für das Lenksystem eines Automobils oder Fahrzeugs bereitzustellen, die von einem Elektromotor erzeugt wird, insbesondere bezieht sich die Anmeldung auf einen Regler für ein elektrisches Servolenksystem, welcher Schwankungen des Motorstromwertes in Abhängigkeit von Temperaturschwankungen kompensiert.

Ein elektrisches Servolenksystem für ein Automobil oder ein Fahrzeug zum Erzeugen eines Verstärkungsdrehmoments unter Ausnutzung des Rotationsdrehmoments eines Motors ist so beschaffen, daß es die Antriebskraft des Motors zur Lenkspindel oder einem Zahnstangenschaft mittels eines Untersetzungsgetriebes durch einen Übertragungsmechanismus wie einen Riemen oder ein Getriebe überträgt. Bei dem oben erwähnten elektrischen Servolenksystem fließt ein starker Strom kontinuierlich durch den Motor, wenn ein Blockierungszustand für eine lange Zeit auf dem Lenkrad lastet unter einem stationären Lenkzustand, oder falls die Lenkoperationen, um ein Fahrzeug einzuparken, für eine lange Zeit wiederholt werden. Der Motor erzeugt daher Wärme, woraufhin Rauch oder Gerüche freigesetzt werden. Weiterhin kann dies zu Unfällen wie beispielsweise Verbrennungen führen.

Gewöhnlich ist der Motor oder ein Kühler eines Antriebselements des Motors mit einem Temperatursensor versehen, und die Temperatur einer Motorwicklung wird in Übereinstimmung mit der vom Temperatursensor gemessenen Temperatur abgeschätzt, um Wärmeenergie, insbesondere Überhitzung, durch eine Überbeanspruchung des Motors zu verhindern bzw. um den Motor zu schützen.

Von einer anderen Motorschutzvorrichtung, in der kein Temperatursensor verwendet wird, wie sie in der ungeprüften japanischen Patentveröffentlichungsoffenlegungsschrift (Kokai) Nr. Hei 1 (1989) - 186468 beschrieben ist, ist eine Methode zur Begrenzung des Maximalwert des Motorstroms in Übereinstimmung mit dem Durchschnittswert des Motorstroms in regelmäßigen Intervallen bekannt.

Wie oben beschrieben wurde, umfaßt ein Regler für ein herkömmliches elektrisches Servolenksystem eine Funktion zum Verhindern eines Versagens aufgrund von Überhitzung des Motors. Jegliche Schwankungen der Motorstromcharakteristik aufgrund Temperaturschwankungen werden jedoch nicht durch die Steuerung kompensiert. Für den Fall eines elektrischen Servolenksystems, bei dem ein Motor im Maschinenraum angeordnet ist, kann eine große Temperaturschwankung wie z. B. zwischen -40°C und 200°C oft auftreten. Aufgrund dieser Temperaturschwankung ändert sich die elektrische Charakteristik des Motors, was wiederum die Ausgangscharakteristik des Motors drastisch verändert. Daher besteht das Problem, daß die Lenkunterstützungcharakteristik in Abhängigkeit von Schwankungen der Umgebungstemperatur des elektrischen Servolenksystems verändert wird.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Fehler und Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und einen Regler für ein elektrisches Servolenksystem bereitzustellen, welches einen Motorstrombefehlswert korrigiert, indem es die Motortemperatur des elektrischen Servolenksystems benutzt und die Schwankungen in der Motorstromcharakteristik in Übereinstimmung mit einer Temperaturschwankung ausgleicht.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Regler gemäß unabhängigen Patentanspruch 1. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Gesichtspunkte der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen, der Be-

schreibung und den Zeichnungen.

Die Aufgabe kann erfindungsgemäß gelöst werden durch einen Regler für ein Servolenksystem mit einem Drehmomentsensor zum Messen eines Steuerdrehmomentes an einem Lenkrad; einem Motor zur Bereitstellung eines Lenkunterstützdrehmoments zum Lenkschaft, der vorzugsweise integral mit dem Lenkrad bereitgestellt wird; und eine Regeleinheit, um den Motor in Übereinstimmung mit der Größe des Lenkdrehmoments zu betreiben, so daß die Regeleinheit den Motorstrombefehlswert in Übereinstimmung mit einer Motortemperatur korrigiert und den Motorstrom in Übereinstimmung mit dem korrigierten Motorstrombefehlswert regelt.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Motorstrombefehlswert korrigiert bezüglich der Motortemperatur, so daß die Lenkhilfcharakteristik nicht von Schwankungen der Charakteristik aufgrund von Schwankungen in der Motortemperatur beeinträchtigt wird. Daher ist es möglich, die Lenkhilfcharakteristik so zu steuern, daß sie konstant gehalten wird, sogar wenn der Motor unter Bedingungen benutzt wird, bei denen große Temperaturschwankungen oder -unterschiede vorherrschen.

Beim Regler gemäß der vorliegenden Erfindung kann der Motorstrombefehlswert korrigiert werden aufgrund von Messung der Motortemperatur. Desweiteren kann die Motortemperatur mit einem Temperatursensor gemessen werden.

Beim Regler nach der vorliegenden Erfindung kann der Motorstrombefehlswert korrigiert werden, indem eine geschätzte Motortemperatur benutzt wird. In diesem Fall kann die geschätzte Motortemperatur nach der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$t = (R - R_{20}) \alpha + 20(^{\circ}\text{C}).$$

Hier repräsentiert t die geschätzte Motortemperatur ($^{\circ}\text{C}$), R_{20} repräsentiert einen Widerstand zwischen beiden Anschlüssen des Motors bzgl. einer Temperatur von 20°C , und α repräsentiert einen Temperaturkoeffizienten für eine Motorwicklung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

In den beigefügten Zeichnungen ist

Fig. 1 ein Blockdiagramm, welches ein elektrisches Servolenksystem zeigt;

Fig. 2 ein Blockdiagramm, welches den allgemeinen internen Aufbau einer Regeleinheit zeigt;

Fig. 3 ein Schaltbild, welches den Motorsteuerschaltkreis zeigt;

Fig. 4 ist ein Blockdiagramm, welches ein Strukturbeispiel für eine Regeleinheit gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 5 ein typisches Diagramm, welches ein Beispiel für eine Charakteristik einer Drehmomentkonstanten zeigt; und

Fig. 6 ein Blockdiagramm, welches den Hauptteil der vorliegenden Erfindung zeigt.

Die bevorzugten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nun anhand der beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

Eine allgemeine Struktur für ein elektrisches Servolenksystem nach der vorliegenden Erfindung wird unten anhand von Fig. 1 beschrieben. Ein Schaft 2 eines Lenkrades 1 ist mit der Spurstange 6 der Laufräder durch ein Untersetzungsgetriebe sowie universelle Verbindungselemente 4a und 4b und einen Ritzel-Zahnstange-Mechanismus verbunden. Der Schaft 2 ist mit einem Drehmomentsensor 10 ausgestattet, um das Lenkdrehmoment des Lenkrades 1 zu er-

fassen und mit einem Motor 20, um die Lenkkraft des Lenkrades 1 zu unterstützen, ist mit dem Schaft 2 durch eine Kupplung 21 und ein Untersetzungsgetriebe 3 verbunden. Elektrische Energie wird einer Regeleinheit 30 zum Steuern des Servolenksystems von einer Batterie 14 durch einen Zündschlüssel 11 zugeführt. Die Kontrolleinheit 30 berechnet einen Steuerunterstützungsbefehlswert I eines Unterstützungsbefehls in Übereinstimmung mit dem Lenkdrehmoment T, welches vom Drehmomentsensor 10 ermittelt wurde, und einer Fahrzeuggeschwindigkeit v, die von einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 12 ermittelt wurde, und regelt den Strom, der dem Motor 20 in Übereinstimmung mit dem berechneten Lenkunterstützungsbefehlswert I zugeführt werden soll. Die Kupplung 21 wird durch die Regeleinheit 30 ein- bzw. ausgeschaltet, und sie ist im normalen Betriebszustand eingeschaltet (gekoppelt). Die Kupplung 21 ist weiterhin ausgeschaltet (entkoppelt), wenn die Regeleinheit 30 entscheidet, daß das Servolenksystem ausgefallen ist, und wenn die Stromversorgung von der Batterie 14 mit dem Zündschlüssel 11 ausgeschaltet ist.

Die Regeleinheit 30 umfaßt hauptsächlich eine Zentralprozessoreinheit (im folgenden CPU). Fig. 2 zeigt die allgemeinen Funktionen, die von dem Programm in der CPU ausgeführt werden. Der Phasenkompensator 31 zeigt beispielsweise nicht einen als unabhängiges Bauteil arbeitenden Phasenkompensator, sondern er zeigt eine Phasenkompensationsfunktion, die von der CPU auszuführen ist.

Funktionen und Wirkungsweise der Regeleinheit 30 werden im folgenden beschrieben. Das Lenkdrehmoment T, welches vom Drehmomentsensor 10 ermittelt und eingegeben wird, wird durch den Phasenkompensator 31 phasenkompensiert, um die Stabilität des Lenksystems zu verbessern, und ein phasenkompensiertes Lenkdrehmoment TA wird in eine Einheit 32 zur Berechnung des Lenkunterstützungsbefehlswertes eingegeben. Weiterhin wird die Fahrzeuggeschwindigkeit v, die von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 12 ermittelt wurde, ebenfalls in die Einheit 32 zur Berechnung des Lenkunterstützungsbefehlswertes eingegeben. Die Einheit 32 zur Berechnung des Lenkunterstützungsbefehlswertes bestimmt einen Lenkunterstützungsbefehlswert I, welcher der Regelungssollwert für den Strom ist, der dem Motor 20 in Übereinstimmung mit dem eingegebenen Lenkdrehmoment TA und der eingegebenen Fahrzeuggeschwindigkeit v zugeführt werden soll, die mit einem Speicher 33 ausgestattet ist. Der Speicher 33 speichert den Lenkunterstützungsbefehlswert I entsprechend dem Lenkdrehmoment, wobei die Fahrzeuggeschwindigkeit v als ein Parameter benutzt wird, und die Einheit 32 zur Berechnung des Lenkbefehlswertes berechnet den Lenkunterstützungsbefehlswert I. Der Lenkunterstützungsbefehlswert I wird in einen Subtraktor 30A eingegeben und wird ebenso einem differentiellen Kompensator 34 eines Vorwärtszufuhrsystems zur Erhöhung der Ansprechgeschwindigkeit zugeführt, eine Abweichung $(I - i)$ des Subtraktors 30A wird in eine Proportional-Recheneinheit 35 eingegeben, und der proportionale Ausgang der Proportional-Recheneinheit 35 wird in den Addierer 30B eingegeben, und wird ebenfalls einer Integral-Recheneinheit 36 zur Verbesserung der Charakteristik des Rückkopplungssystems zugeführt. Die Ausgangssignale des differentiellen Kompensators 34 und der Integral-Recheneinheit 36 werden ebenfalls zusätzlich dem Addierer 30B zugeführt, und ein Stromkontrollwert E, der das Ergebnis der Addition durch den Addierer 30B ist, wird in den Motorsteuerschaltkreis 37 als Motorsteuersignal eingegeben. Der Motorstromwert "i" eines Motors 20 wird von einem Motorstromermittlungsschaltkreis 38 ermittelt, in den Subtraktor 30A eingegeben und rückgekoppelt.

Die Struktur des Motorsteuerschaltkreises 37 wird im fol-

genden in Bezugnahme auf Fig. 3 beschrieben. Der Motorsteuerschaltkreis 37 umfaßt einen FET-Gatter-Steuerschaltkreis 371 zum Steuern der Gatter der Feldeffekttransistoren (FETs) FET1 bis FET4 in Übereinstimmung mit dem Stromkontrollwert E, der von dem Addierer 30B bereitgestellt wird, einen H-Brückenschaltkreis umfassend die FET1 bis FET4, und eine Zusatzstromversorgung 372 zum Treiben der hohen Seite der FET1 und FET2. FET1 und FET2 werden in Übereinstimmung mit einem PWM-Signal eines Schaltverhältnis (Duty Ratio) D1 ein- bzw. ausgeschaltet, welches in Übereinstimmung mit dem Stromkontrollwert E bestimmt wird, und die Größe des Stroms Ir, der tatsächlich durch den Motor 20 fließt, wird geregelt. Die FET3 und FET4 werden in Übereinstimmung mit einem PWM-Signal eines Schaltverhältnisses (Duty Ratio) D2 gesteuert, welches durch eine Gleichung einer vorherbestimmten linearen Funktion definiert ist ($D2 = a \cdot D1 + b$ unter der Annahme, daß "a" und "b" Konstanten sind), in einem Bereich, in dem das Schaltverhältnis D1 klein ist, und werden ein- bzw. ausgeschaltet in Übereinstimmung mit der Drehrichtung des Motors 20, welche durch den Code eines PWM-Signals bestimmt wird, in einem Bereich, in dem das Schaltverhältnis D1 groß ist. Wenn beispielsweise der FET3 im leitenden Zustand ist, fließt elektrischer Strom durch den FET1, den Motor 20, den FET3 und einen Widerstand R1, und dann fließt der elektrische Strom, welcher eine positive Richtung aufweist, durch den Motor 20. Wenn andererseits der FET4 im leitenden Zustand ist, fließt elektrischer Strom durch den FET2, den Motor 20, den FET4 und einen Widerstand R2 und dann fließt der elektrische Strom, welcher eine negative Richtung aufweist, durch den Motor 20. Daher ist der Stromkontrollwert, der vom Addierer 30B bereitgestellt wird, ebenfalls ein PWM-Ausgangssignal. Der Motorstromermittlungsschaltkreis 38 ermittelt die Größe des elektrischen Stroms, welcher eine positive Richtung aufweist, in Übereinstimmung mit einem Spannungsabfall über den Widerstand R1 und die Größe des Stroms, welcher eine negative Richtung aufweist, in Übereinstimmung mit einem Spannungsabfall am Widerstand R2. Der Motorstromwert i der vom Motorermittlungsschaltkreis 38 ermittelt wurde, wird dem Subtraktor 30A eingegeben und zurückgekoppelt.

Wie in Fig. 4 gezeigt ist, wird gemäß der vorliegenden Erfindung die Regeleinheit 30 geregelt, indem ein Motorstrombefehlswert IRef zur Lenkunterstützung und zur Kompensationskontrolle in Übereinstimmung mit dem Lenkdrehmoment T, welches von einem Drehmomentsensor 10 ermittelt wird, bestimmt wird, so daß der Motorstromwert i, der von dem Motorstromermittlungsschaltkreis 38 bereitgestellt wird, dem Motorstrombefehlswert IRef gleich ist. Der Motorstrombefehlswert IRef wird von einem Maximalstrombegrenzer 40 ausgegeben, der einen oberen Grenzwert von +I_{lim} und einen unteren Grenzwert von -I_{lim} aufweist. Ein Subtraktor 41 berechnet eine Differenz $(I_{Ref} - i)$ zwischen dem Motorstrombefehlswert IRef und dem Motorstromwert i, und der Differenzstrom $(I_{Ref} - i)$ wird dann in die Stromsteuerung 50 eingegeben. Andererseits wird ein Ausgangssignal des Phasenkompensators 31 in den Maximalstrombegrenzer 40 eingegeben durch die Einheit 32 zur Berechnung des Lenkunterstützungsbefehlswertes und eine Recheneinheit 42. Eine Winkelgeschwindigkeit ω , die von einem Motorwinkelgeschwindigkeitsschätzer 43 in Übereinstimmung mit dem Motorstromwert i, der von dem Motorstromermittlungsschaltkreis 38 bereitgestellt wird und einem Steuerstrom, der von einer Stromsteuerung 50 bereitgestellt wird, geschätzt wird, wird in einen Verlustdrehmomentkompensator 44 und eine konvergente Steuerung 45 eingegeben. Eine Winkelgeschwindigkeit ω^* , die von einem

Motorwinkelgeschwindigkeitsschätzer 46 bereitgestellt wird, wird in den Trägheitskompensator 47 eingegeben. Jedes Ausgangssignal des Verlustdrehmomentkompensators 44 der Konvergenzsteuerung 45 und des Trägheitskompensators 47 wird in die Rechneinheit 42 eingegeben. Weiterhin ist der Motor 20 in Fig. 4 aufgeteilt in eine Motorelektrikcharakteristikeinheit 21 und eine Einheit 22, die das Motordrehmoment konstant hält.

Die Konvergenzsteuerung 45 hält Schwanken bzw. Gieren des Lenkrades heraus, um die Schwankungs- bzw. Gierkonvergenz des Fahrzeugs zu verbessern. Der Verlustdrehmomentkompensator 44 gibt ein Verlustdrehmomentkompensationssignal LT aus, um den Einfluß eines Verlustdrehmoments des Motors 20 auszugleichen, und leistet eine Unterstützung, die dem Verlustdrehmoment bzgl. der Richtung entspricht, in die das Verlustdrehmoment generiert, nämlich der Drehrichtung des Motors 20. Der Trägheitskompensator 47 leistet eine Unterstützung entsprechend einer Energie, die durch eine Trägheit des Motors 20 erzeugt wird, und gibt ein Trägheitskompensationssignal aus, um eine Verschlechterung der Trägheitscharakteristik und der Steuerantwort zu verhindern. Daher zeigt der geschätzte Wert ω , der in den Verlustdrehmomentkompensator 44 eingegeben wird, eine Drehrichtung des Motors, und der geschätzte Wert ω^* , der in den Drehmomentkompensator 47 eingegeben wird, zeigt eine Winkelgeschwindigkeit an.

Eine Beziehung zwischen dem Motorstromwert i und dem Ausgangsdrehmoment τ ist wie folgt beschrieben, wobei K_T eine Drehmomentkonstante ist:

$$\tau = K_T \cdot i.$$

Im allgemeinen wird ein Lenkunterstützungsdrehmoment unter der Annahme geregelt, daß die Drehmomentkonstante K_T konstant ist und durch Steuern des Motorstromwert i .

Wie andererseits in Fig. 5 gezeigt ist, wird die Drehmomentkonstante K_T des Motors 20 durch eine Funktion bzgl. der Temperatur T dargestellt. Daher ist der Einfluß der Temperatur nicht unbeachtlich, insbesondere wenn der Motor unter Bedingungen benutzt wird, in denen große Temperaturdifferenzen vorherrschen. In Fig. 5 repräsentiert eine Charakteristik A eine Drehmomentkonstante K_{T20} für einen Fall, bei dem die Temperatur 20°C beträgt. Wenn die Temperatur ansteigt, wird die Steigung der Charakteristik A erhöht wie eine Charakteristik B. Wenn die Temperatur absinkt, wird die Steigung der Charakteristik A verringert wie eine Charakteristik C. Daher wird eine Beziehung zwischen der Drehmomentkonstanten K_T und der Temperatur t wie folgt beschrieben, wobei β eine Temperaturkonstante der Drehmomentkonstanten ist:

$$K_T(t) = \{1 + 0.002(t-20)/\beta\} \cdot K_{T20} \quad (1).$$

Der folgende Korrekturkoeffizient a wird eingeführt, um eine Variation in der Drehmomentkonstanten K_T , der durch die Temperatur verursacht wird, zu korrigieren.

$$a = 1 / \{1 + 0.002(t-20)/\beta\}.$$

Dann wird ein korrigierter Motorstrombefehlswert I_{Ref}^* erhalten, indem der Motorstrombefehlswert I_{Ref} unter Benutzung des Korrekturkoeffizienten a korrigiert wird, wie in der folgenden Gleichung beschrieben ist.

$$I_{Ref}^* = I_{Ref} \cdot a \quad (2).$$

Wenn weiterhin die Bedingung erfüllt ist, daß der Motorstrombefehlswert I_{Ref} gleich dem Motorstromwert i von der

Stromkontrolle ist, wird das Ausgangsdrehmoment τ des Motors 20 wie folgt beschrieben:

$$\tau = K_T(t) \cdot I_{Ref}^* \quad (3).$$

Wenn hier in die Gleichung (3) die Gleichungen (1) und (2) eingesetzt werden, folgt

$$\tau = K_{T20} \cdot I_{Ref} \quad (4).$$

Da die Drehmomentkonstante K_T bzgl. der Temperatur 20°C nicht von der Temperatur abhängt, ist es möglich, eine Temperaturschwankung des Ausgangsdrehmomentes τ zu korrigieren. In diesem Fall wird die Lenkunterstützungscharakteristik in Übereinstimmung mit einer Drehmomentkonstanten K_{T20} gesetzt.

Weiterhin wird der obere Grenzwert für den Motorstrombefehlswert I_{Ref} auf +I_{lim} begrenzt, und dessen unterer Grenzwert wird auf -I_{lim} begrenzt durch den Maximalstrombegrenzer 40. Ein Maximalwert des Motorausgangsdrehmoments τ wird durch eine Korrektur der Drehmomentkonstanten, wie in Gleichung 4 beschrieben, korrigiert. Wenn beispielsweise die Temperatur des Motors größer als 20°C ist, dann wird die Drehmomentkonstante K_T kleiner. Dann wird der Korrekturkoeffizient a gleich oder größer als 1, und der Maximalwert des Motorstrombefehlswertes I_{Ref} wird $I_{Ref} \cdot a$. Auf diese Weise ist es möglich zu verhindern, daß der Maximalwert des Motorausgangsdrehmomentes τ verringert wird. Wie in Fig. 6 gezeigt ist, wird der Motorstrombefehlswert I_{Ref} durch Benutzung des Korrekturkoeffizienten a verändert, und dann wird der korrigierte Motorstrombefehlswert I_{Ref}^* in den Subtraktor 41 eingegeben. Die Temperatur des Motors wird beispielsweise durch die folgende Gleichung (5) abgeschätzt. Bezüglich Gleichung (5) wird eine Referenztemperatur als 20°C gesetzt. Es ist jedoch möglich, die Referenztemperatur auf einen beliebigen Wert zu setzen.

$$t = (R - R_{20}) / \alpha + 20(^{\circ}\text{C}) \quad (5).$$

Hierin repräsentiert R_{20} einen Widerstand, zwischen den beiden Anschlüssen des Motors in einem Fall, bei dem die Temperatur 20°C beträgt, und α repräsentiert einen Temperaturkoeffizienten der Motorwicklung. Weiterhin kann die Temperatur mit einem Temperaturfühler gemessen werden.

Bei einer erfindungsgemäßen Steuerung eines elektrischen Servolenksystems wird der Motorstrombefehlswert mit einer Motortemperatur korrigiert, so daß eine Lenkunterstützungscharakteristik nicht durch Schwankungen in einer Charakteristik beeinflußt werden, die durch Schwankungen der Motortemperatur bedingt sind. Es ist daher sogar in dem Fall möglich Schwankungen der Lenkunterstützungscharakteristik zu verhindern, wenn der Motor unter Bedingungen benutzt wird, bei denen eine große Temperaturdifferenz auftritt.

Patentansprüche

1. Regler für ein elektrisches Servolenksystem umfassend:

einen Drehmomentsensor zum Ermitteln eines Lenkdrehmoments eines Lenkrades;
einen Motor zum Bereitstellen eines Lenkunterstützungsdrehmomentes an einen Lenkschaft; und
eine Steuereinheit zum Betreiben des Motors in Übereinstimmung mit einer Größe des Lenkdrehmoments, so daß die Steuereinheit einen Motorstrombefehlswert korrigiert in Übereinstimmung mit einer Temperatur

des Motors und den Motorstrom kontrolliert in Übereinstimmung mit dem korrigierten Motorstrombefehlswert.

2. Regler nach Anspruch 1, wobei der Lenkschaft integral mit dem Lenkrad vorgesehen ist. 5
3. Regler nach Anspruch 1 oder 2, worin der Motorstrombefehlswert durch Messung einer Motortemperatur korrigiert wird.
4. Regler nach einen der Ansprüche 1 bis 3, worin die Motortemperatur mit einem Temperaturfühler gemessen wird. 10
5. Regler nach einen der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Motorstrombefehlswert mit einer geschätzten Temperatur des Motors korrigiert wird.
6. Regler nach Anspruch 5, wobei die geschätzte Temperatur des Motors nach der Gleichung 15

$$t = (R - R_T) / \alpha + T(^{\circ}\text{C})$$

berechnet wird, wobei t die geschätzte Temperatur des Motors repräsentiert ($^{\circ}\text{C}$) und R_T einen Widerstand zwischen den Anschlüssen des Motors bei einer Temperatur von T in $^{\circ}\text{C}$ repräsentiert, und wobei α einen Temperaturkoeffizienten der Motorwindung wiedergibt. 20

7. Regler nach Anspruch 6, wobei $T = 20^{\circ}\text{C}$ und $R_T = R_{20}$, und wobei R_{20} einen Widerstand zwischen den Anschlüssen des Motors bei einer Temperatur von 20°C repräsentiert. 25

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

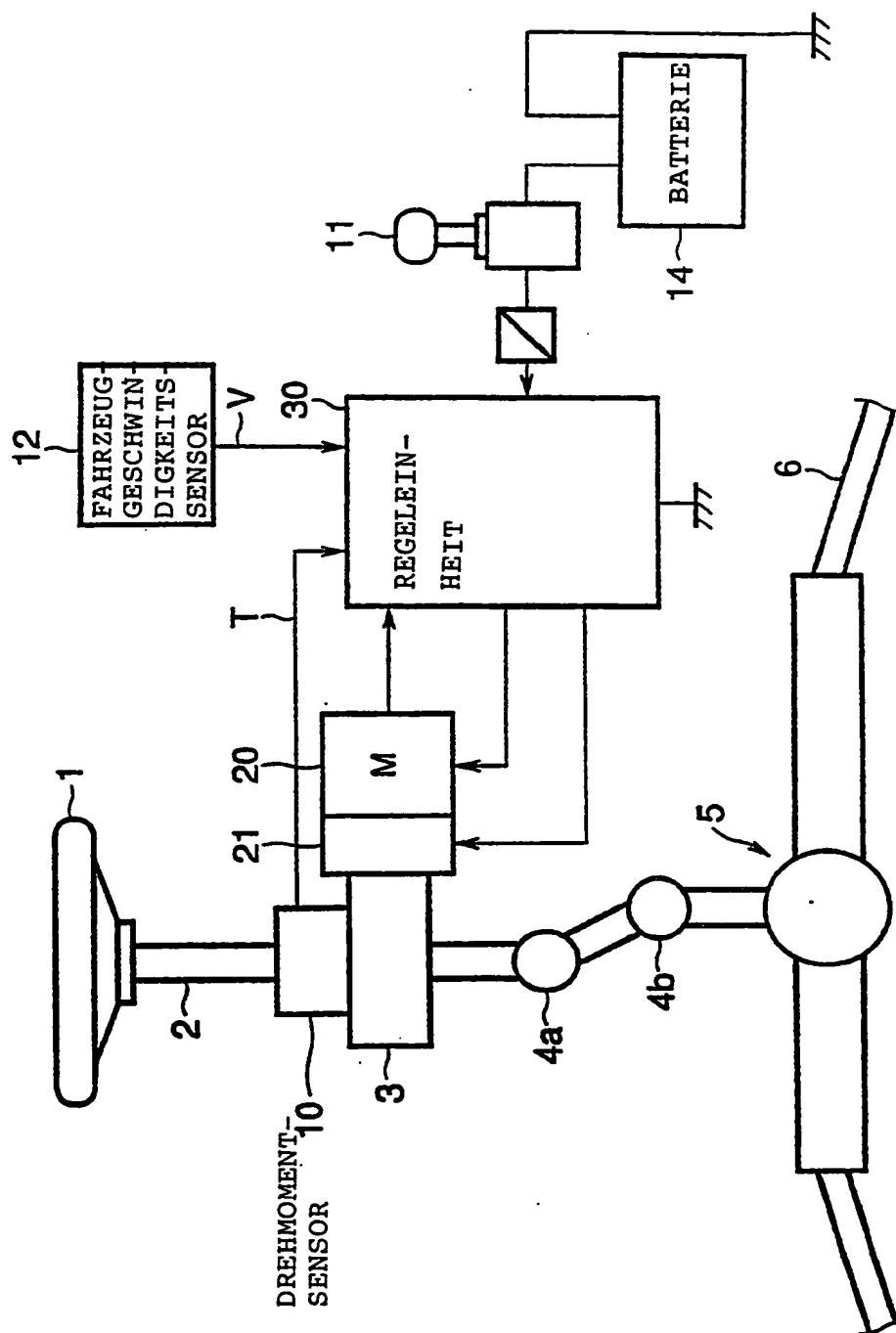


FIG.1

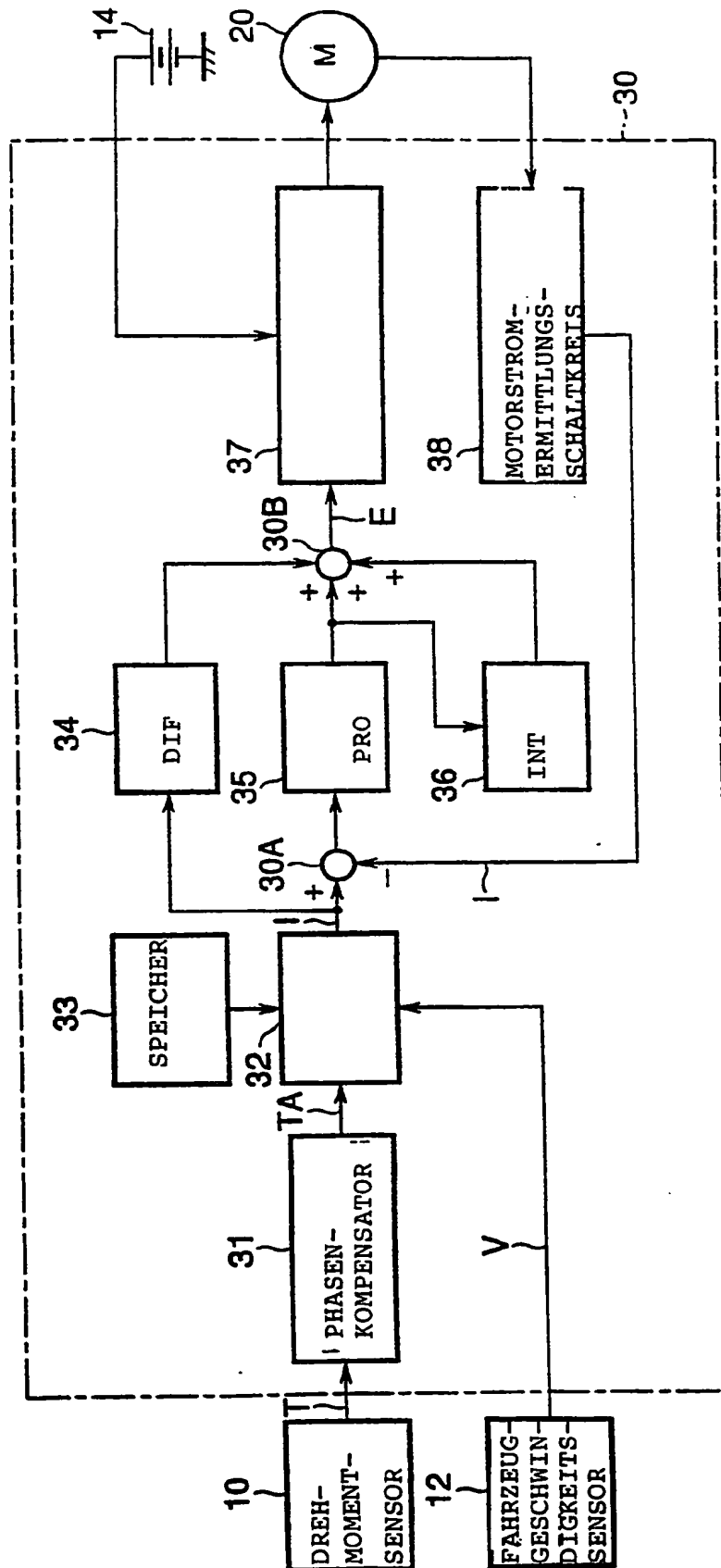


FIG.2

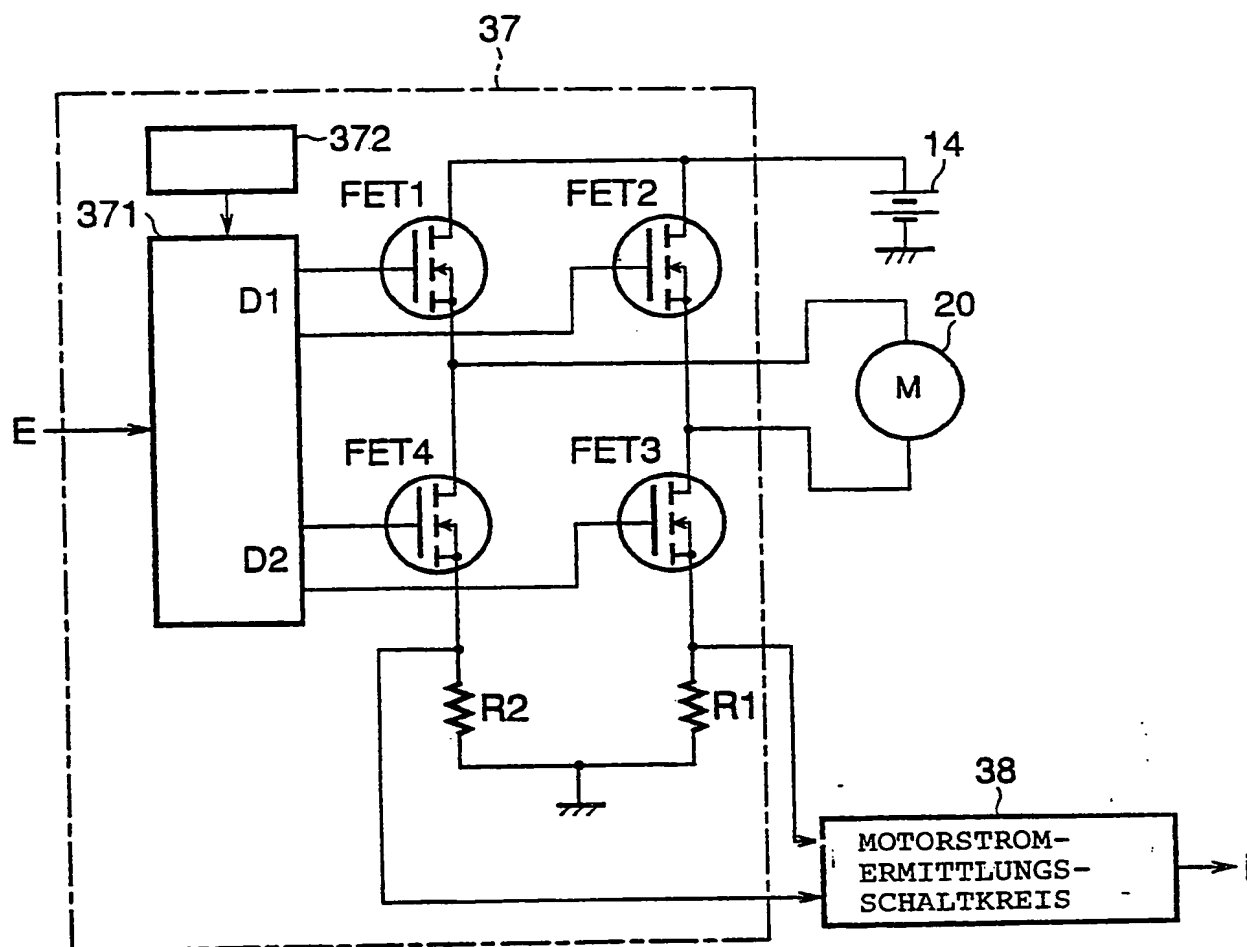


FIG.3

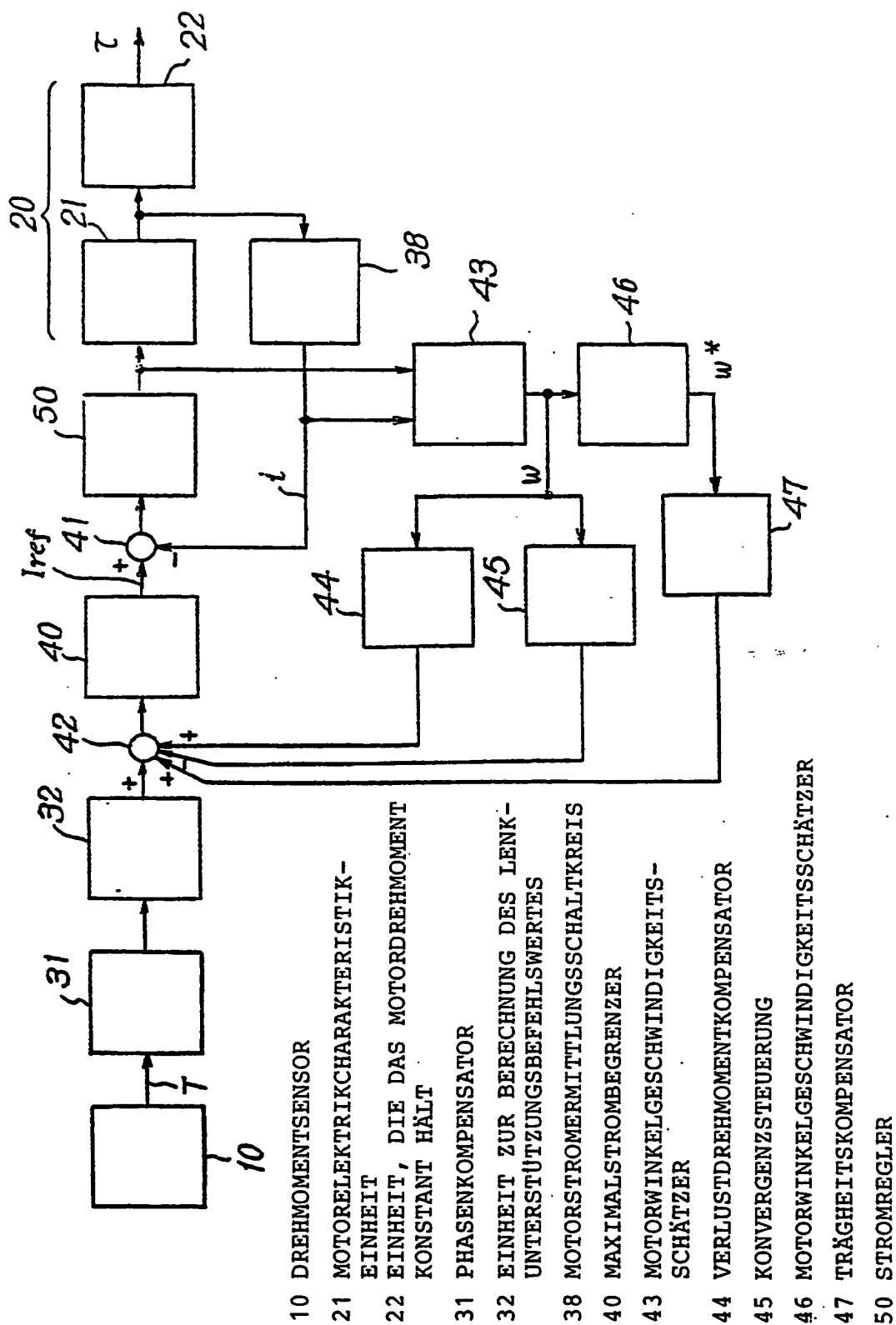


FIG. 4

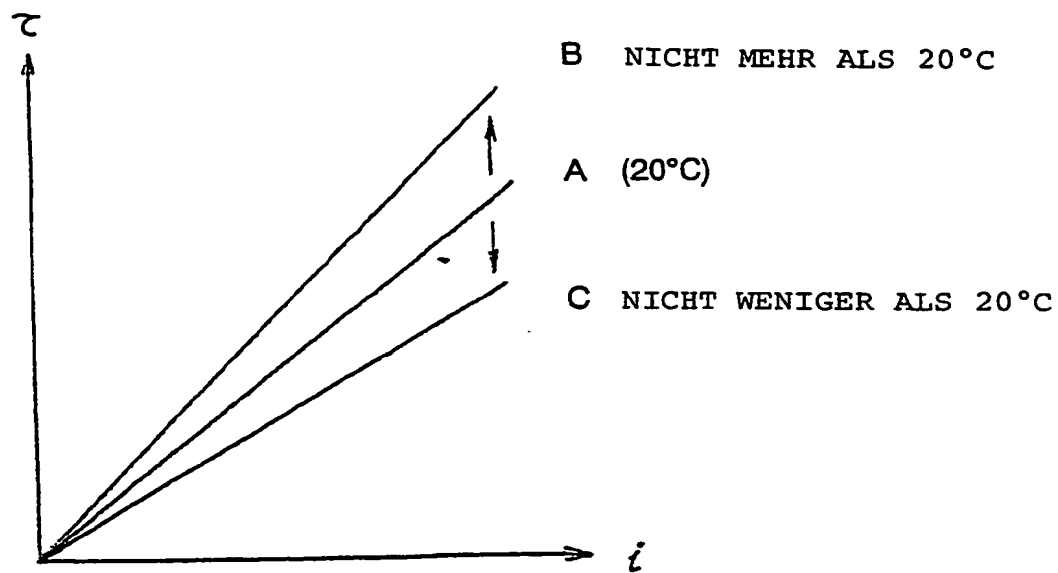
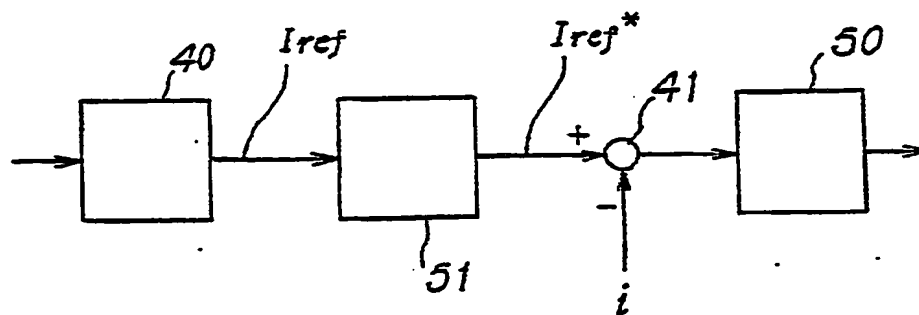


FIG. 5



40 MAXIMALSTROMBEGRENZER

50 STROMREGLER

51 KORREKTURKOEFFIZIENT a

FIG. 6